

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-091244

(43)Date of publication of application : 31.03.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/205  
G02F 1/136  
H01L 21/3065  
H01L 29/786  
H01L 21/336

(21)Application number : 10-268399

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 22.09.1998

(72)Inventor : WATANABE KUNHIKO

(30)Priority

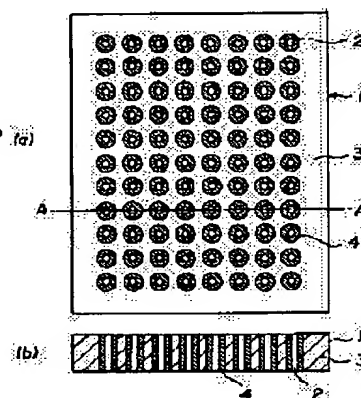
Priority number : 10154471 Priority date : 03.06.1998 Priority country : JP

(54) PLASMA PROCESSING DEVICE AND SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURED BY THE SAME, AND ACTIVE MATRIX SUBSTRATE CONSTITUTED BY THE SEMICONDUCTOR DEVICE AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE USING THE ACTIVE MATRIX SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma processing device having excellent productivity by adopting a shower plate excellent in processing, mechanical strength, plasma resistance and maintainability, and a semiconductor device having good characteristics.

SOLUTION: A plasma processing device for supplying a reactive gas and electric power to a vacuum chamber to process a substrate by the chemical reaction of the reactive gas has at least one electrode connected to means for supplying one or both of the electric power and the reactive gas to the vacuum chamber and, at the side opposite to the substrate of the electrode, a shower plate 1 having a plurality of through holes 2 through which the reactive gas is supplied by the means for supplying the reactive gas, wherein the shower plate 1 is formed of at least two kinds of materials 3 and 4.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-91244

(P2000-91244A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	2 H 0 9 2
G 0 2 F 1/136	5 0 0	G 0 2 F 1/136	5 0 0 5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/302	C 5 F 0 4 5
29/786		29/78	6 1 8 A
21/336			6 2 7 Z

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-268399

(22) 出願日 平成10年9月22日 (1998.9.22)

(31) 優先権主張番号 特願平10-154471

(32) 優先日 平成10年6月3日 (1998.6.3)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 渡辺 邦彦

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所電子デバイス事業部内

(74) 代理人 100078134

弁理士 武 順次郎

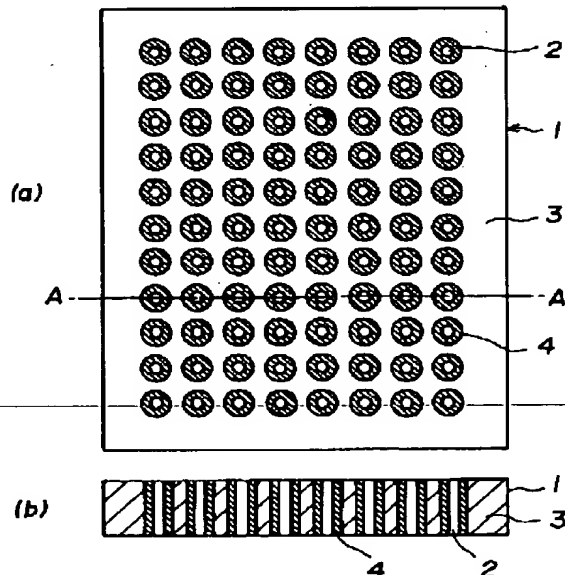
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置およびプラズマ処理装置を用いて製造した半導体装置、並びに半導体装置で構成したアクティブマトリクス基板およびアクティブマトリクス基板を用いた液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】 加工性、機械的強度、プラズマ耐性、メンテナンス性に優れたシャワー板を採用することで生産性に優れたプラズマ処理装置、および特性の良好な半導体装置を提供する。

【解決手段】 真空室内に反応性ガスと電力とを供給し、反応性ガスの化学反応によって基板を処理するプラズマ処理装置であって、電力と反応性ガス的一方または双方を真空室内に供給する手段に接続した少なくとも1つの電極を有すると共に、電極の基板と対向する側に反応性ガスの供給手段から基板に反応性ガスを供給する複数の貫通孔2を有するシャワー板1とを有し、シャワー板1を少なくとも2種類以上の材質3と4で構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】真空室内に反応性ガスと電力とを供給し、前記反応性ガスの化学反応によって基板を処理するプラズマ処理装置であって、前記電力と前記反応性ガスの一方または双方を前記真空室内に供給する手段に接続した少なくとも1つの電極を有すると共に、前記電極の前記基板と対向する側に前記反応性ガスの供給手段から前記基板に前記反応性ガスを供給する複数の貫通孔を有するシャワー板とを有し、前記シャワー板が少なくとも2種類以上の材質で構成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】前記シャワー板の前記貫通孔の周囲、前記基板に対向する面、および前記基板に対向する面の反対側の面の少なくとも1つが第1の材質で構成され、その他の部分が第2の材質で構成されていることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】前記第1の材質と前記第2の材質は、その一方の特性として主に機械的強度を優先させ、他方の特性として主にプラズマ耐性および耐腐食性を優先させたことを特徴とする請求項2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】真空室内に反応性ガスと電力とを供給し、前記反応性ガスの化学反応によって基板を処理するプラズマ処理装置であって、前記電力と前記反応性ガスの一方または双方を前記真空室内に供給する手段に接続した少なくとも1つの電極を有すると共に、前記電極の前記基板と対向する側に前記反応性ガスの供給手段から前記基板に前記反応性ガスを供給する複数の貫通孔を有するシャワー板とを有し、前記シャワー板が2種類以上の材質で構成され、そのうちの少なくとも1つをアルミニウムを含んだ材質で構成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】前記アルミニウムの不純物濃度が1%以下であることを特徴とする請求項4に記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】前記第1の材質と第2の材質のうち、少なくとも1つを酸化物または窒化物あるいは炭化物もしくは有機物を含んだ材質で構成したことを特徴とする請求項4に記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】前記第1の材質と第2の材質のうち、少なくとも1つが高融点金属を含む材質で構成したことを特徴とする請求項4に記載のプラズマ処理装置。

【請求項8】少なくともシリコンを含む薄膜からなる複数の薄膜で構成される半導体装置において、前記薄膜が請求項1～7に記載のプラズマ処理装置の何れかをを用いて形成および／またはパターン加工、もしくは表面処理されたものであることを特徴とする半導体装置。

【請求項9】前記半導体装置が電界効果型トランジスタ構造を含むことを特徴とする請求項8に記載の半導体装置。

【請求項10】前記半導体装置が薄膜トランジスタ構造

を含むことを特徴とする請求項8に記載の半導体装置。

【請求項11】前記半導体装置のシリコンを含む薄膜の一部または全部が、アモルファス構造を含むことを特徴とする請求項8に記載の半導体装置。

【請求項12】前記半導体装置のシリコンを含む薄膜の一部または全部が、多結晶または微結晶構造を含むことを特徴とする請求項8に記載の半導体装置。

【請求項13】請求項10に記載の薄膜トランジスタを複数配置し、前記薄膜トランジスタのゲート電極とドレイン電極およびソース電極のそれぞれに接続するゲートラインとデータラインおよび画素電極を形成したアクティブマトリクス基板。

【請求項14】請求項13に記載のアクティブマトリクス基板にカラーフィルタ基板を貼り合わせ、両基板の貼り合わせ間隙に液晶を封入した液晶表示素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置や液晶表示装置の製造に用いるプラズマCVD装置、ドライエッチング装置等のプラズマ処理装置に係り、特に加工性、機械的強度、プラズマ耐性、メンテナンス性等に優れたシャワー板を採用することで、生産性を向上させたプラズマ処理装置およびプラズマ処理装置を用いて製造した半導体装置、並びに半導体装置で構成したアクティブマトリクス基板およびアクティブマトリクス基板を用いた液晶表示素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】薄膜の形成やパターン加工あるいは表面処理に用いるプラズマ処理装置として、一般にはプラズマCVD装置やドライエッチング装置が知られている。これらの装置は、電力を供給する電極を配置した真空室を有し、この真空室内に処理すべき基板（半導体ウエハやガラス基板等）を設置し、必要に応じて基板を加熱し、真空室内を減圧した後に当該真空室内に反応性ガスを導入し、電極に電力を供給して真空室内にプラズマを発生せしめて化学反応により基板上に物質を堆積し、あるいは基板上の物質または基板そのものをエッチングし、もしくは基板上の物質または基板そのものを変質させる処理を行うものである。

【0003】現在、最も多用されている形式は、容量結合型のプラズマ処理装置である。この形式のプラズマ処理装置は、真空室内に一組の平行平板電極を対向させて配置し、その一方に電力を供給し、他方を設置すると共に、何れかの電極側に基板を保持する手段を設け、一組の電極間にプラズマを発生させて基板を処理するものである。

【0004】なお、上記のような構造に限らず、基板を保持する側の電極に電力を供給し他方の電極を接地する構造を有した装置や、基板を設置する側の電極に第2の電力を供給する構造の装置も存在する。

【0005】また、反応性ガスの供給方法は多種多様であるが、電力を供給する側の電極の内部に空洞を設けると共に、基板と対向する側の電極に複数の貫通孔を有するシャワー板を設置し、この貫通孔を通して真空室内に反応ガスを供給する方式が一般的である。なお、シャワー板を設置した電極を一体的にシャワー電極と称する場合もある。

【0006】このようなシャワー電極を有するプラズマ処理装置では、プラズマ処理に伴ってシャワー板の表面に化学反応で生成した薄膜が堆積、これが剥離して基板を汚染するという問題や、シャワー板の表面が腐食されるというプラズマ耐性の問題がある。

【0007】上記した問題を解決するための従来技術としては、シャワー板の表面に凹凸を設けて薄膜が厚く堆積しても剥離し難い構造としたものが例えば特開平9-129565号公報に記載されている。また、プラズマ耐性については、シャワー板の表面にアルマイト加工等の表面処理を施す技術が知られている。

【0008】また、半導体装置の製造においては、薄膜中の不純物が問題となってくる。例えば特公平7-99316号公報に記載されたように、薄膜中の酸素、炭素、窒素の濃度をある一定値以下に制御することで良好な特性が得られることも知られている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、以下の3点のような問題に対しての考慮が不十分であった。まず第1に、シャワー板の表面にコーティング等の表面処理を施したものでは、そのコーティング処理した部分の厚さがシャワー板の厚さに対して非常に薄いため、長期間にわたって使用する場合はコーティング処理膜に損傷が発生し、再生処理が必須となる。第2に、これらのコーティングはシャワー板の母材がプラズマ耐性がない場合の表面保護として用いる場合が殆どであるが、どんな高品質のコーティングを施しても、ある程度のピンホールやクラックの発生は避けられないため、コーティングのみならず母材に対してもある程度のプラズマ耐性が要求される場合が多い。

【0010】これらの要求を比較的満足する材質として、アルミニウム製のシャワー板や、アルミニウム表面をアルマイト加工したシャワー板が多用されている。このようなシャワー板でも次のような課題がある。まず、母材のアルミニウムは加工性が良い反面、機械的強度が比較的弱く、特に大型の装置に使用したり、高温の雰囲気下で使用する場合は、長時間の使用で変形を起こし易いという懸念がある。次に、アルミニウムは塩素雰囲気

に弱い材料であるが、塩素が反応性ガスとして用いられることが避けられないのが現状である。

【0011】また、薄膜中の不純物に関しては、酸素、炭素、窒素といった不純物については考慮されているが、金属不純物についての考慮は不十分であった。また、不純物低減の具体的手法や不純物の起源に関する考察も不十分であった。特に、プラズマを用いて成膜/加工を実施する製造工程を含む半導体装置に関しては、プラズマを形成するために反応室内に電力を供給する必要があるため、例えばシャワー板等、通常反応室内の一部に金属材料を使用している。

【0012】この金属材料は、その性質上、直接プラズマに曝されることになるため、スパッタリング効果や化学反応によりシャワー板材料の一部がプラズマ中に混入し、薄膜中に添加されることも十分あり得る。従って、シャワー板の材質の選定に当たっては、不純物に関する考慮も必要である。

【0013】本発明の目的は、上記した従来技術の諸問題を解決し、加工性、機械的強度、プラズマ耐性、メンテナンス性に優れたシャワー板を採用することで生産性に優れたプラズマ処理装置を提供することにある。また、薄膜中の不純物、特に金属不純物の濃度を低減し、良好な特性を持つ半導体装置とこの半導体装置で構成したアクティブマトリクス基板およびアクティブマトリクス基板を用いた液晶表示素子を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】プラズマ処理装置のシャワー板に要求される性能は、以下のようなものである。第1に、その材質が小径の孔を多数有するシャワー板形状に容易に加工可能であること（シャワー孔（貫通孔）を形成してシャワー板を作製できる）。

【0015】第2に、長時間の使用や高温雰囲気下での使用、また大型装置での使用に際して十分な機械的強度を有すること。

【0016】第3に、シャワー板の表面がプラズマや反応ガスに曝されても腐食や変形、変質が最小限である（プラズマ耐性や反応性ガスに対する耐腐食性がある）こと。第4に、再生処理（コーティングの再加工）などのメンテナンスの必要性が低いこと。

【0017】第5に、シャワー板の表面材質中の金属不純物を小さくして、成膜される薄膜中の不純物濃度を低減できること。

【0018】これらの諸要求を比較的満たすものとして、アルミニウム製およびアルマイト加工したアルミニウム製のシャワー板が知られているが、特に大型装置を考えた場合はこのような材質では十分とは言えない。また、上記した第1の要求と第2の要求は基本的に相反するものであり、単一の材質でこれらを両立させることは困難である。

【0019】そこで、本発明では、シャワー板の骨格を形成する部分と、シャワー板の表面またはシャワー板の

貫通孔(シャワー孔)の周囲を形成する部分とを別個の材質で形成する方法を採用した。

【0020】シャワー板の骨格を形成する部分の材質は、上記第1の要求を最優先して選定する。これにより、シャワー板の機械的強度を確保し、高温での長時間使用や大型装置での使用に対しての変形を十分に小さくすることが可能である。

【0021】加工性の点で一番問題となるシャワー孔の周囲を形成する材質に関しては、上記第2の要求および第3の要求を考慮して選定する。これにより、小径のシャワー孔の形成が容易となる。

【0022】プラズマに曝されるシャワー板の表面や反応ガスに曝される裏面に対しては、上記第3の要求を最優先して材質を選定する。これにより、シャワー板のプラズマ耐性や反応性ガスに対する耐腐食性が十分に確保される。

【0023】なお、シャワー板の構造で上記要求の2つ以上が両立できる部分に対しては、同種の材質で構成することができる。

【0024】また、従来技術に示したアルミニウム表面のアルマイト加工でも、上記第1～第3の要求は満足できるが、第4の要求を満たすことはできない。そこで、各々の材質の厚さをシャワー板の厚さと同程度とすることで、メンテナンス性に優れた構造とすることができ

る。

【0025】そして、上記したシャワー板構造を有するプラズマ処理装置を用いて半導体装置を製造することにより、薄膜中の不純物、特に金属不純物濃度を十分に低減して特性が良好な半導体装置が得られ、また、この半導体装置を液晶表示素子のアクティブマトリクス基板に適用することで高品質の液晶表示素子が得られる。

【0026】以上の事項に基づき、前記目的を達成するために、本発明は、下記の構成とした点に特徴を有する。

【0027】(1) 真空室内に反応性ガスと電力とを供給し、前記反応性ガスの化学反応によって基板を処理するプラズマ処理装置であって、前記電力と前記反応性ガスの一方または双方を前記真空室内に供給する手段に接続した少なくとも1つの電極を有すると共に、前記電極の前記基板と対向する側に前記反応性ガスの供給手段から前記基板に前記反応性ガスを供給する複数の貫通孔を有するシャワー板とを有し、前記シャワー板が少なくとも2種類以上の材質で構成されていることを特徴とする。

【0028】(2) (1)における前記シャワー板の前記貫通孔の周囲、前記基板と対向する面、および前記基板と対向する面の反対側の面の少なくとも1つが第1の材質で構成され、その他の部分が第2の材質で構成されていることを特徴とする。

【0029】たとえば、(2-1) シャワー板に形成し

た複数の孔(シャワー孔)の周囲の少なくとも一部を第1の材質で構成し、その他の部分を第1の材質とは異なる第2の材質で構成する。

【0030】(2-2) シャワー板の基板と対向する面を第1の材質で構成し、その他の部分を第1の材質とは異なる第2の材質で構成する。

【0031】(2-3) シャワー板の基板と対向する面及びこの面の反対側の面の少なくとも一方の面を第1の材質で構成し、その他の部分を第1の材質とは異なる第2の材質で構成する。

【0032】(2-4) シャワー板に形成した複数の孔の周囲、および基板と対向する面とその反対側の面の少なくとも一方を第1の材質で構成し、その他の部分を第1の材質とは異なる第2の材質で構成する。

【0033】(3) (2)における前記第1の材質と前記第2の材質は、その一方の特性として主に機械的強度を優先させ、他方の特性として主にプラズマ耐性および耐腐食性を優先させたことを特徴とする。

【0034】たとえば、(3-1) 上記第1の材質と第2の材質のうち、少なくとも1つをアルミニウムを含んだ材質で構成する。

【0035】(3-2) 上記第1の材質と第2の材質のうち、少なくとも1つを酸化物または窒化物あるいは炭化物もしくは有機物を含んだ材質で構成する。

【0036】(3-3) 上記第1の材質と第2の材質のうち、少なくとも1つが、不純物濃度が1%以下のアルミニウムで構成する。

【0037】(3-4) 上記第1の材質と第2の材質のうち、少なくとも1つが、高融点金属を含む材質で構成する。

【0038】以上の構成により、加工性、機械的強度、プラズマ耐性、メンテナンス性に優れたシャワー板を採用した生産性に優れたプラズマ処理装置を提供することができる。

【0039】(4) そして、少なくともシリコンを含む薄膜からなる複数の薄膜で構成される半導体装置において、前記薄膜が請求項1～7に記載のプラズマ処理装置の何れかを用いて形成および/またはパターン加工、もしくは表面処理されたものとした。

【0040】(4-1) 上記の半導体装置が、電界効果型トランジスタ構造を含んでいるものとした。

【0041】(4-2) 上記の半導体装置が、薄膜トランジスタ構造を含んでいるものとした。

【0042】(4-3) 上記半導体装置のシリコンを含む薄膜の一部または全部が、アモルファス構造を含んでいるものとした。

【0043】(4-4) 上記前記半導体装置のシリコンを含む薄膜の一部または全部が、多結晶または微結晶構造を含んでいるものとした。

【0044】以上の構成により、薄膜中の不純物、特に

金属不純物濃度を十分に低減し、特性が良好な半導体装置を提供することができる。

【0045】(5)上記(4-2)に記載の薄膜トランジスタを複数配置し、前記薄膜トランジスタのゲート電極とドレイン電極およびソース電極のそれぞれに接続するゲートラインとデータラインおよび画素電極を形成してアクティブマトリクス基板とする。

【0046】(6)上記(5)に記載のアクティブマトリクス基板にカラーフィルタ基板を貼り合わせ、両基板の貼り合わせ間隙に液晶を封入した液晶表示素子を構成する。

【0047】以上の構成により、高品質のアクティブマトリクス基板が得られ、このアクティブマトリクス基板を用いることにより、高画質の液晶表示素子を提供することができる。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につき、実施例の図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明によるプラズマ処理装置の第1実施例を構成するシャワー板の概略図であって、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線に沿った断面図を示す。

【0049】図中、1はシャワー板、2は貫通孔(以下、シャワー孔とも称する)、3は第1の材質、4は第2の材質である。この実施例は、シャワー板1の機械的強度の確保とシャワー孔2の周囲の加工性とを両立させたものであり、シャワー孔2の周囲のみを第2の材質で構成し、その他の部分を第1の材質3で構成した。

【0050】このシャワー板1の作成は次のようにして行う。まず、第1の材質3でシャワー板1を作成する。この場合、シャワー孔2の位置に最終的に作成するシャワー孔2よりも大きい孔を予め開けておく。次に、シャワー孔2の位置に開けた孔より少し大きい第2の材質4で作成した円筒状の部品を、ハンマーなどを使用して打ち込む。

【0051】そして、シャワー板1の表面および裏面を研磨し、はみ出した第2の材質4を切削して平行度を確保すると共に、所定の厚さに加工する。最後に、ドリル等を用いて第2の材質4の中央にシャワー孔2を形成してシャワー板1を完成する。

【0052】本実施例のシャワー孔2の直径は0.5mmに対して打ち込む第2の材質4の直径は5mmである。これらの寸法はシャワー孔2の大きさにより変更されるが、第2の材質4の直径は加工性の点でシャワー孔2より十分に大きいことが望ましい。しかし、あまり大きくするとシャワー板1の機械的強度が十分に確保できなくなる場合があるので、シャワー板1の全体のサイズ、その厚みなどを考慮して最適値に選定する。また、本実施例では、第1の材質3はステンレスであり、第2の材質4はアルミニウムを用いたが、これらの材質は、使用する温度や反応性ガスの種類により最適なものを選

択することが望ましく、第1の材質3でシャワー板1の機械的強度を確保し、第2の材質でシャワー孔2の加工性を得るためには、第1の材質3の方が第2の材質4よりも機械的強度の点で優れている必要がある。

【0053】本実施例により、加工性、機械的強度、プラズマ耐性、メンテナンス性に優れたシャワー板を採用した生産性に優れたプラズマ処理装置が得られる。

【0054】図2は本発明によるプラズマ処理装置の第2実施例を構成するシャワー板の概略図であって、

(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線に沿った断面図を示す。なお、図中、図1と同一符号は同一部分に対応する。

【0055】本実施例は、シャワー板1のシャワー孔2の周囲の一部のみを第2の材質4で構成し、その他の部分は第1の材質3で構成し、プラズマ処理時におけるシャワー孔2の周囲の電界集中を抑制したものである。

【0056】このシャワー板1の作成は次のようにして行う。まず、第1の材質3でシャワー板1を作成する。この場合、シャワー孔2の位置の基板と対向する側から、シャワー孔2より大きくシャワー板1の厚さより浅い孔を予め開けておく。次に、シャワー孔2の位置に開けた孔の内部に第2の材質4を充填し、加熱硬化する。

【0057】そして、シャワー板1の表面および裏面を研磨し、はみ出した第2の材質4を切削して平行度を確保すると共に、所定の厚さに加工する。最後に、ドリル等を用いて第2の材質4の中央にシャワー孔2を形成してシャワー板1を完成する。本実施例では、シャワー板1の厚さは10mm、シャワー孔2の直径は1.0mmであり、第2の材質4の大きさは直径が2mm、深さは5mmである。これらの寸法はシャワー孔2の大きさにより変更される。また、本実施例では、第1の材質3はアルミニウム-マグネシウム合金であり、第2の材質4はアルミナセラミックスを用いた。シャワー孔2の周囲に導電性の悪い材質を配置することで、シャワー板孔2の端部への電界の集中を防止し、異常放電の抑制効果を得ることができる。なお、使用する条件や反応性ガスの種類によっては、アルミナ等の酸化物の他に、窒化アルミニウムや窒化シリコンなどの窒化物、炭化シリコンなどの炭化物、フッ素樹脂などの有機物等も使用可能である。

【0058】本実施例により、加工性、機械的強度、プラズマ耐性、メンテナンス性に優れたシャワー板を採用した生産性に優れたプラズマ処理装置が得られる。

【0059】図3は本発明によるプラズマ処理装置の第3実施例を構成するシャワー板の概略図であって、

(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線に沿った断面図を示す。なお、図中、図1と同一符号は同一部分に対応する。

【0060】本実施例は、シャワー板1に形成するシャワー孔2の周囲および基板と対向する側の表面を第2の

材質4で構成し、その他の部分は第1の材質で構成したもので、シャワー板1の機械的強度の確保と、プラズマ耐性の向上とを両立させたものである。

【0061】このシャワー板1の作成は次のようにして行う。まず、第1の材質3で厚さが薄い第1のシャワー板素子1aを作成する。このとき、第1のシャワー板素子1aにはシャワー孔2を形成する位置に最終的に得られるシャワー孔2よりも大きい孔を予め開けておく。次に、第2の材質4で第1のシャワー板素子1aと同形で厚さが薄い第2のシャワー板1bを作成する。このとき、第1のシャワー板素子1aの孔の位置に最終的に形成するシャワー孔2より大きく、第1のシャワー板素子1aに形成した孔より若干大きい円柱状の突起を予め形成しておく。

【0062】そして、第1のシャワー板素子1aの孔と第2のシャワー板1bの突起とを位置合わせして両者を加熱圧着して一体化する。なお、このとき、両者の間に隙間が生じないように注意する必要がある。また、プラズマ処理装置での使用条件に問題がなければ、接着剤等を使用してもよいが、問題がある場合は接合面を清浄に保って圧着時に良好な接合が得られるようにすることはもちろんのこと、加熱して合金層を形成させたり、インジウムやスズ等の低融点金属を用いて接合する方法等を採用することが望ましい。

【0063】第1のシャワー板素子1aと第2のシャワー板素子1bを一体化したシャワー板1の第1のシャワー板素子1a側の面を研磨して、はみ出した第2のシャワー板1bを構成する第2の材質4を切削して平行度を確保すると共に、第2のシャワー板1bの表面の研磨も含めて、所定の厚さに加工する。最後に、第2のシャワー板1bの突起の中央にドリル等を用いてシャワー孔2を形成してシャワー板1を完成する。

【0064】本実施例では、第1のシャワー板素子1aと第2のシャワー板素子1bの厚みがそれぞれ5mmであり、得られたシャワー板1の厚みは、両者の合計で10mm、シャワー孔2の直径は1mmである。また、本実施例では、第1の材質3はアルミニウム-マグネシウム合金、第2の材質4は不純物濃度が1%以下のアルミニウムを使用した。これら第1および第2の材質は何れもアルミニウムを主成分とした同種金属であるため、400度程度に加熱圧着することで良好な接合が可能である。

【0065】また、本実施例のシャワー板は、プラズマに曝される部分から不純物であるマグネシウムを排除すると共に、低不純物濃度アルミニウムの機械的強度を確保したものである。なお、アルミニウム-マグネシウム合金の他に、アルミニウム-シリコン合金やその他機械的強度が確保できる金属を使用してもよい。

【0066】本実施例により、加工性、機械的強度、プラズマ耐性、メンテナンス性に優れたシャワー板を採用

した生産性に優れたプラズマ処理装置が得られる。

【0067】図4は本発明によるプラズマ処理装置の第4実施例を構成するシャワー板の概略図であって、

(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線に沿った断面図を示す。なお、図中、図3と同一符号は同一部分に対応する。

【0068】本実施例は、シャワー板1の基板と反対側を第1の材質3で構成した第1のシャワー板素子1aで構成し、基板と対向する側を第2の材質4で構成した第2のシャワー板素子1bで構成して、第1のシャワー板素子1aと第2のシャワー板素子1bとを重ねたもので、シャワー板1の機械的強度の確保とプラズマ耐性の向上とを両立させたものである。

【0069】このシャワー板1の作成は次のようにして行う。まず、第1のシャワー板素子1aとなる第1の材質3の板体と第2のシャワー板素子1bとなる第2の材質4の板体とを重ね、圧延により積層構造の素材を作成する。次に、上記の積層構造の素材をシャワー板1の形状に加工し、所定の位置にシャワー孔2を形成する。なお、実施例3と同様に、各々加工した第1のシャワー板素子1aと第2のシャワー板素子1bとを張り合わせてもよい。

【0070】本実施例では、第1のシャワー板素子1aと第2のシャワー板素子1bの厚さは各々5mmでシャワー板1の厚さは10mm、シャワー孔2の直径は1mmである。また、本実施例では、第1の材質3はアルミニウム-マグネシウム合金、第2の材質4は不純物濃度が1%以下のアルミニウムを使用した。

【0071】また、本実施例のシャワー板は、第3実施例と同様にプラズマに曝される部分から不純物であるマグネシウムを排除すると共に、低不純物濃度アルミニウムの機械的強度を確保したものである。なお、アルミニウム-マグネシウム合金の他に、アルミニウム-シリコン合金やその他機械的強度が確保できる金属を使用してもよい。

【0072】本実施例により、加工性、機械的強度、プラズマ耐性、メンテナンス性に優れたシャワー板を採用した生産性に優れたプラズマ処理装置が得られる。

【0073】図5は本発明によるプラズマ処理装置の第5実施例を構成するシャワー板の概略図であって、

(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線に沿った断面図を示す。なお、図中、図3と同一符号は同一部分に対応する。

【0074】本実施例は、第1の材質3で構成した第1のシャワー板素子1aの基板と対向する側とその反対側をそれぞれ第2の材質4で構成した第2のシャワー板素子1bおよび第3のシャワー板素子1cを張り合わせた3層の積層構造としたものであり、シャワー板1の機械的強度の確保とプラズマ耐性の向上および基板と対向する側とは反対側の反応性ガスに対する耐腐食性の向上

とを両立させたものである。

【0075】このシャワー板1の作成は基本的には前記第4実施例と同様であるので、説明は省略する。

【0076】本実施例では、第1のシャワー板素子1aと第3のシャワー板素子1cの厚さは各々2.5mm、第2のシャワー板素子1bの厚さは5mmで、シャワー板1の厚さは10mmである。また、シャワー孔2の直径は1mmである。また、本実施例では、第1の材質3はステンレス、第2の材質4は不純物濃度が1%以下のアルミニウムを使用した。

【0077】また、本実施例のシャワー板も、第3実施例と同様にプラズマに曝される部分から不純物であるマグネシウムを排除し、基板と反対側の面の反応性ガスに対する耐腐食性を向上させると共に、低不純物濃度アルミニウムの機械的強度を確保したものである。なお、アルミニウム-マグネシウム合金の他に、アルミニウム-シリコン合金やその他機械的強度が確保できる金属を使用してもよい。

【0078】本実施例により、加工性、機械的強度、プラズマ耐性、メンテナンス性に優れたシャワー板を採用した生産性に優れたプラズマ処理装置が得られる。

【0079】図6は本発明によるプラズマ処理装置の電極構造を説明する模式図である。排気装置17で真空排気される真空室12内にカソード電極13とアノード電極(サセプタ)14が平行に設置され、カソード電極13にはRF(高周波)電源11が整合回路(図示せず)を介して電氣的に接続されている。

【0080】また、基板15はアノード電極14上に保持される。処理時には反応ガス供給装置16から反応ガスを真空室12内に導入し、圧力調整装置(図示せず)により真空室12内を所定の圧力に調整した後、RF電源11より電力を供給し、カソード電極13とアノード電極14の間にプラズマを発生させて基板15に処理を施す。なお、このプラズマ処理の詳細は本発明と直接関係しないので説明は省略する。

【0081】図7は本発明によるプラズマ処理装置の一例であるクラスタ型のプラズマ処理装置の構成を説明する概略図である。このプラズマ処理装置は基板搬送室21の周りに基板搬入室22、基板搬出室23、複数の処理室24(a)~24(c)が配置され、基板搬送室21には搬送ロボット25が配置されている。なお、処理室24(a)~24(c)の数は図示したものに限らない。

【0082】基板(図示せず)は基板搬入室22に搬入され、基板搬入室22を真空排気した後に基板搬送室21に設置された搬送ロボット25により処理室24(a)~24(c)の内の所定の処理室に搬入される。搬送ロボット25はハンド25a、25bを有し、このハンドにより基板の搬入と搬出を行う。

【0083】所定の処理室でプラズマ処理された基板

は、必要に応じて次の処理室に搬入されてプラズマ処理が施され、処理された基板は再び搬送ロボット25により基板搬出室23に搬出される。基板搬出室23を大気圧に戻した後、プラズマ処理装置の外に取り出されて処理が完了する。

【0084】図8は本発明によるプラズマ処理装置の他例であるインライン型のプラズマ処理装置の構成を説明する概略図である。このプラズマ処理装置は図7に示したプラズマ処理装置を基板搬送室26で複数台インラインに接続したものであり、プラズマ処理の工程数がクラスタ型で処理される工程数よりも多い場合に好適である。

【0085】すなわち、基板搬送室21の周りに基板搬入室22、複数の処理室24(d)~24(e)が配置され、基板搬送室21には搬送ロボット25が配置された第1のプラズマ処理装置20と、基板搬送室21の周りに基板搬出室23、複数の処理室24(f)~24(g)が配置され、基板搬送室21には搬送ロボット25が配置された第2のプラズマ処理装置30を基板移送室26で結合して構成される。なお、処理室24(d)~24(e)および24(f)~24(g)の数は図示したものに限らない。

【0086】基板(図示せず)は第1のプラズマ処理装置20の基板搬入室22に搬入され、基板搬入室22を真空排気した後に基板搬送室21に設置された搬送ロボット25により処理室24(d)~24(e)の内の所定の処理室に搬入される。搬送ロボット25はハンド25a、25bを有し、この搬送ロボット25のハンドにより基板の搬入と搬出を行う。

【0087】処理室24(d)~24(e)の何れかでプラズマ処理された基板は、必要に応じて次の処理室24(d)~24(e)の何れかに搬入されてプラズマ処理が施され、処理された基板は再び搬送ロボット25により基板移送室26に移送され、第2のプラズマ処理装置30の基板搬送室21に設置された搬送ロボット25により所定の処理室24(f)~24(g)の何れかに搬入される。

【0088】第2のプラズマ処理装置30で処理された基板は搬送ロボット25により基板搬出室23に搬出される。基板搬出室23を大気圧に戻した後、プラズマ処理装置の外に取り出されて処理が完了する。

【0089】このインライン型プラズマ処理装置は、上記した2つのプラズマ処理装置の接続に限るものではなく、さらに同様のプラズマ処理装置を多段にインライン接続することもできる。

【0090】上記した図7および図8のプラズマ処理装置には、前記図1~図6で説明したシャワー板が使用される。なお、上記図7あるいは図8に示したプラズマ処理装置の処理の詳細は本発明と直接関係しないため、説明は省略する。



【0091】以上説明したようなプラズマ処理装置を用いることで、薄膜中の金属不純物濃度を低減し、良好な特性をもつ半導体装置を得ることができる。

【0092】以下、本発明による半導体装置の1実施例として、図9に示した構造の逆スタガー型アモルファスシリコン薄膜トランジスタの製造を説明する。

【0093】第1に、550mm×650mmのガラス基板27上に、ゲート電極28となるクロム薄膜をスパッタリング装置により200nm厚に形成する。このクロム薄膜の形成および加工に関する詳細は本発明と直接関係がないため省略する。

【0094】第2に、ゲート電極28が形成されたガラス基板上に、プラズマCVD装置によりゲート絶縁膜29であるアモルファス窒化シリコン薄膜、半導体膜30である水素化アモルファスシリコン薄膜、コンタクト膜31であるN(+)型水素化アモルファスシリコン薄膜を、各々400nm厚、250nm厚、50nm厚に形成する。各々の形成条件は以下で詳述する。なお、プラズマCVD装置は図7に示した3室構成のものを使用した。

【0095】まず、ガラス基板27を基板搬入室22より装置内に供給し、真空排気した後に搬送ロボット25により反応室24(a)に搬送する。

【0096】次に、反応室24(a)でアモルファス窒化シリコン薄膜の形成を行った。反応ガスとして、モノシランとアンモニアと窒素を各々毎分200cc、1000cc、2000ccの割合で流した。

【0097】反応室24(a)内でガラス基板27を300°Cに保持して、圧力を0.5Torrに保ったまま、13.56MHzの高周波電力を4000W供給して放電を150秒間継続した。成膜形成終了後に、反応室24(a)内を真空排気して、再び搬送ロボット25によりガラス基板27を反応室24(b)に搬送した。

【0098】次に、反応室24(b)で水素化アモルファスシリコン薄膜の形成を行った。反応ガスとしてモノシランと水素を各々毎分600cc、400ccの割合で流した。反応室24(b)内でガラス基板27を300°Cに保持して、圧力を0.8Torrに保ったまま、13.56MHzの高周波電力を300W供給して放電を280秒間継続した。成膜終了後に、反応室24(b)内を真空排気して、再び搬送ロボット25によりガラス基板27を反応室24(c)に搬送した。

【0099】そして、反応室24(c)でN(+)型水素化アモルファスシリコン薄膜の形成を行った。反応ガスとして、モノシランと水素で希釈したホスフィン(0.5%濃度)を各々毎分150cc、300ccの割合で流した。反応室24(c)内でガラス基板27を250°Cに保持し、圧力を1.0Torrに保ったまま、13.56MHzの高周波電力を300W供給して放電を90秒間継続した。成膜終了後に、反応室24

(c)内を真空排気して、再び搬送ロボット25によりガラス基板27を基板搬送室23に搬送した。

【0100】最後に、基板搬出室23でガラス基板27を約100°Cまで冷却した後に、基板搬出室23内を大気圧に戻して処理済み基板を取り出した。

【0101】第3に、ソース電極32及びドレイン電極33となるクロム薄膜をスパッタリング装置により200nm厚に形成する。この形成及び加工に関する詳細は本発明とは直接関係がないため省略する。なお、電極パターン、薄膜トランジスタのチャンネル幅が5mm、チャンネル長が0.5mmとなるように形成した。

【0102】第4に、チャンネル上のn型水素化アモルファスシリコンをドライエッチング装置を用いて選択的に除去加工した。この加工にはフッ素系および塩素系の混合ガスを用いたが、その詳細は本発明と直接関係がないため省略する。

【0103】第5に、形成した薄膜トランジスタを保護する保護膜34を形成した。保護膜34には窒化シリコン薄膜を用いてゲート絶縁膜29とはほぼ同じ条件で形成した。但し、放電中のガラス基板27の温度は230°Cとした。保護膜の膜厚も400nmである。その後、ドライエッチング装置によりゲート電極28、ソース電極32、ドレイン電極33上の保護膜24を選択的に除去加工した。

【0104】以上のような薄膜トランジスタの製造において、プラズマCVD装置のシャワー板を変更して実施した。第1の場合はステンレス製シャワー板を用い、第2の場合はアルミニウム-マグネシウム合金製シャワー板を、第3の場合は図4で説明した構造のシャワー板を用いた。ここで、第2の場合において、合金中のマグネシウム濃度は約2%であり、第3の場合において、シャワー板表面に用いた材質中のマグネシウム濃度は1%以下である。本実施例はシャワー板の材質によって薄膜中の不純物濃度、および薄膜トランジスタの特性がどのように変化するかを評価することが目的であるため、その他の条件は全く同じにして薄膜トランジスタを製造した。

【0105】図10は薄膜トランジスタのドレイン電流-ゲート電圧特性の説明図である。ステンレス製シャワー板を用いて作製した薄膜トランジスタの特性35は、本発明によるシャワー板を用いて作製した薄膜トランジスタの特性37と比較して、オフ電流が大きく、またオン電流も小さいことが分かった。2次イオン質量分析装置(SIMS)にてゲート絶縁膜29、半導体膜30を分析したところ、薄膜中に微量の鉄、クロムが検出された。これらが薄膜中に不純物として混入することで、薄膜トランジスタの特性を劣化させていると考えられる。

【0106】次に、アルミニウム-マグネシウム合金製シャワー板を用いて製造した薄膜トランジスタの特性36は、本発明によるシャワー板を用いて製造した薄膜ト

ランジスタの特性37と比較して大きな劣化は観察されなかったが、若干オフ電流が高めであった。同様に2次イオン質量分析装置にてゲート絶縁膜29、半導体膜30を分析しても、不純物であるマグネシウムは検出されなかった。ところが、このアルミニウム-マグネシウム合金製シャワー板を用いて、約3000枚の成膜を行った後に特性を測定すると、図10の特性38のようなオフ電流の増加が認められた。そこで、2次イオン質量分析装置にてゲート絶縁膜29、半導体膜30を分析したところ、微量のマグネシウムが検出された。これは、シャワー板中の不純物であるマグネシウムが、成膜/クリーニング処理を繰り返すことで、反応室内に溜って薄膜中に添加されたことに起因すると考えられる。

【0107】これに対し、本発明によるシャワー板構造を採用し、プラズマに曝される面の不純物濃度を低減することで、良好な特性を持つ半導体装置を得ることができる。

【0108】図11は本発明によるプラズマ処理装置を用いて製造した液晶表示素子の一画素とその周辺を説明する平面図で、また図12は図11の3-3線に沿って切断した断面図である。

【0109】図11に示したように、各画素は隣接する2本のゲートライン（走査信号線または水平信号線とも称する）GLと、隣接する2本のデータライン（映像信号線、ドレイン信号線または垂直信号線とも称する）DLとの交差領域内（4本の信号線で囲まれた領域内）に配置されている。なお、図中、g2、d0、d1、d2、d3は各ラインを構成する導電膜を示す。

【0110】各画素は薄膜トランジスタTFT、透明画素電極ITO1および保持容量素子（付加容量）Cadを含む。走査信号線GLは列方向に延在し、行方向に複数本配置されている。映像信号線DLは行方向に延在し、列方向に複数本八されている。また、BMはカラーフィルタ基板（図12のSUB2側）に形成されたブラックマトリクスパターンで図11ではその画素の開口部での端縁で示してある。ASはアモルファスシリコン（非晶質シリコン）Siの薄膜を示す。

【0111】アクティブマトリクス基板（図12のSUB1側）に形成された薄膜トランジスタTFTのゲート電極GT、ドレイン電極SD2、ソース電極SD1は、ゲートラインGLとデータラインDLおよび画素電極ITO1に接続されている。

【0112】図12に示したように、液晶LCを基準の下側基板であるアクティブマトリクス基板SUB1側には薄膜トランジスタTFTおよび透明な画素電極ITO1が形成され、上側基板であるカラーフィルタ基板SUB2側にはカラーフィルタFIL、遮光用ブラックマトリクスのパターンBMが形成されている。上下の基板SUB1、SUB2は例えば1.1mm、あるいは0.7mm程度の厚さを有している。

【0113】カラーフィルタ基板SUB2の内側（液晶LC側）の表面には、ブラックマトリクスパターンBM、3色のカラーフィルタFIL（R）、FIL（G）、FIL（B）（FIL（B）は図示せず）、保護膜PSV2、共通電極ITO2（COM）、および上部配向膜ORI2が順次積層して設けられている。

【0114】なお、アクティブマトリクス基板SUB1側にも、薄膜トランジスタTFTを覆って保護膜PSV1とこの上を覆って下部配向膜ORI1が順次積層されている。なお、GIはゲート絶縁膜、LCは液晶層、POL1、POL2は液晶表示素子の両側に積層された偏光板を示す。

【0115】この液晶表示素子は、アクティブマトリクス基板SUB1側、カラーフィルタ基板SUB2側で別個に種々の層を積み重ね、両者を重ね合わせてシール材（図示せず）で貼り合わせ、シール材の一部に形成した液晶注入口から液晶を注入して封止して組み立てられる。

【0116】薄膜トランジスタTFTは、ゲート電極GTに正のバイアスを印加すると、ソースドレイン間のチャネル抵抗が小さくなり、バイアスを零にするとチャネル抵抗は大きくなるように動作する。

【0117】各画素の薄膜トランジスタTFTは、画素内においてTFT1およびTFT2の2つ（複数）形成されている。薄膜トランジスタTFT1およびTFT2のそれぞれは、実質的に同一サイズ（チャンネル長、チャンネル幅が同じ）で構成されている。この2つの薄膜トランジスタTFT1およびTFT2のそれぞれは、ゲート電極GT、ゲート絶縁膜GI、i型（真性、intrinsic、導電型決定不純物がドーパされていない）水素化アモルファスシリコン（Si）からなるi型半導体膜AS、一対のソース電極SD1、ドレイン電極SD2を有する。なお、ソース、ドレインは本来その間のバイアス極性によって決まるもので、この液晶表示装置の回路では、その極性は動作中反転するので、ソース、ドレインは動作中入れ替わると理解されたい。しかし、ここでは、便宜上、一方をソース、他方をドレインと固定して示した。

【0118】ゲート電極GTは薄膜トランジスタTFT1、TFT2のそれぞれの能動領域を越えるように突出している。薄膜トランジスタTFT1、TFT2のそれぞれのゲート電極GTは連続して形成されている。ここでは、ゲート電極GTは、単層の第2導電膜g2で形成されている。第2導電膜g2は、例えばスパッタで形成されたアルミニウム-(A1)-膜を用い、100~550nm程度の膜厚で形成する。また、ゲート電極GTの上にはアルミニウムの陽極酸化膜AOFが設けられている。

【0119】このゲート電極GTは、i型半導体膜ASを完全に覆うように（下方から見て）それより大きめに

形成される。したがって、アクティブマトリクス基板SUB1の下方に蛍光管等のバックライトを取り付けた場合、この不透明なアルミニウム膜からなるゲート電極GTが影となってi型半導体膜ASにはバックライトからの光が当たらず、光照射による導電現象すなわち薄膜トランジスタTFTのオフ特性劣化は起き難くなる。なお、ゲート電極GTの本来の大きさは、ソース電極SD1とドレイン電極SD2との間に跨がるのに最低限必要な(ゲート電極GTとソース電極SD1、ドレイン電極SD2との位置合わせ余裕分も含めて)幅を持ち、チャンネル幅Wを決めるその奥行き長さはソース電極SD1とドレイン電極SD2との間の距離(チャンネル長)Lとの比、すなわち相互コンダクタンス $g_m$ を決定するファクタ $W/L$ をいくつにするかによって決められる。この液晶表示装置におけるゲート電極GTの大きさは、もちろん、上述した本来の大きさよりも大きくされる。

【0120】ゲートラインGLは第2導電膜 $g_2$ で構成されている。このゲートラインGLの第2導電膜 $g_2$ はゲート電極GTの第2導電膜 $g_2$ と同一製造工程で形成され、かつ一体に形成されている。また、ゲートラインGL上にもアルミニウムA1の陽極酸化膜AOFが設けられている。

【0121】絶縁膜GIは薄膜トランジスタTFT1、TFT2のそれぞれのゲート絶縁膜として使用される。ゲート絶縁膜GIはゲート電極GTおよび走査信号線GLの上層に形成されている。この絶縁膜GIは、例えばプラズマCVDで形成された窒化シリコン膜を用い、120~270nmの膜厚(この液晶表示素子では、200nm程度の膜厚)で形成する。

【0122】i型半導体膜ASは、複数の分割された薄膜トランジスタTFT1、TFT2のそれぞれのチャンネル形成領域として使用され、水素化アモルファスシリコン膜または多結晶または微結晶シリコン膜で形成し、100~220nmの膜厚(この液晶表示素子では、200nm程度の膜厚)で形成する。

【0123】このi型半導体膜ASは、プラズマCVDで供給ガスの成分を変えてアモルファス窒化シリコン薄膜からなるゲート絶縁膜として使用される絶縁膜GIの形成に連続して、同じプラズマCVD装置で、しかもそのプラズマCVD装置から外部に露出することなく形成される。

【0124】また、オーミックコンタクト用のリン(P)を2.5%ドーパしたN(+)型半導体膜d0も同様に連続して20~50nmの膜厚(この液晶表示素子では、30nm程度の膜厚)で形成する。しかる後、アクティブマトリクス基板SUB1はCVD装置から外部に取り出され、写真処理技術によりN(+)型半導体膜d0およびi型半導体膜ASが独立した島状にパターンニングされる。

【0125】i型半導体膜ASは、ゲートラインGLと

データラインDLとの交差部(クロスオーバー部)の両者間にも設けられている。この交差部のi型半導体膜ASは交差部におけるゲートラインGLとデータラインDLとの短絡を低減する。

【0126】画素電極ITO1は液晶表示素子の画素電極の一方を構成する。画素電極ITO1は薄膜トランジスタTFT2のソース電極SD1および薄膜トランジスタTFT2のソース電極SD1の両方に接続されている。このため、薄膜トランジスタTFT1、TFT2のうちの1つに欠陥が発生しても、その欠陥が表示画像の劣化をもたらす場合はレーザー光等によって適切な箇所を切断し、そうでない場合は他方の薄膜トランジスタが正常に動作しているので放置すればよい。なお、2つの薄膜トランジスタTFT1、TFT2に同時に欠陥が発生することは稀であり、このような冗長方式により点欠陥や線欠陥の発生確率を極めて小さくすることができる。

【0127】画素電極ITO1は第1導電膜d1によって構成されている。この第1導電膜d1はスパッタリングで形成された透明導電膜(Indium-Tin-Oxide:ITO)からなり、100~200nmの膜厚(この液晶表示素子では、140nm程度の膜厚)で形成される。

【0128】複数の分割された薄膜トランジスタTFT1、TFT2のそれぞれのソース電極SD1とドレイン電極SD2とは、i型半導体膜AS上にそれぞれ離隔して設けられている。

【0129】ソース電極SD1、ドレイン電極SD2のそれぞれは、N(+)型半導体膜d0に接触する下層側から、第2導電膜d2、第3導電膜d3を順次重ね合わせて構成されている。ソース電極SD1の第2導電膜d2および第3導電膜d3は、ドレイン電極SD2の第2導電膜d2および第3導電膜d3と同一製造工程で形成される。

【0130】第2導電膜d2はスパッタで形成したクロム(Cr)膜を用い、50~100nmの膜厚(この液晶表示素子では、60nm程度の膜厚)で形成される。Cr膜は後述する第3導電膜d3のアルミニウムA1がN(+)型半導体膜d0に拡散することを防止する所謂バリア層を構成する。第2導電膜d2として、Cr膜の他に、高融点金属(Mo、Ti、Ta、W等)の膜、高融点金属シリサイド(MoSi<sub>2</sub>、TiSi<sub>2</sub>、TaSi<sub>2</sub>、WSi<sub>2</sub>等)の膜を用いることもできる。

【0131】第3導電膜d3はアルミニウムA1のスパッタリングで300~500nmの膜厚(この液晶表示素子では、400nm程度の膜厚)で形成される。アルミニウムA1膜はクロムCr膜に比べてストレスが小さく、厚い膜厚に形成することが可能で、ソース電極SD1、ドレイン電極SD2およびデータラインDLの抵抗値を低減するように構成されている。第3導電膜d3として純アルミニウムの他に、シリコンや銅(Cu)を添

加物として含有させたアルミニウム膜を用いることもできる。

【0132】第2導電膜d2、第3導電膜d3を同じマスクパターンでパターンニングした後、同じマスクを用いて、あるいは第2導電膜d2、第3導電膜d3をマスクとして、N(+)型半導体膜d0が除去される。つまり、i型半導体膜AS上に残っていたN(+)型半導体膜d0は第2導電膜d2、第3導電膜d3以外の部分がセルフアラインで除去される。このとき、N(+)型半導体膜d0はその厚さは全て除去されるようにエッチングされるので、i型半導体膜ASも若干その表面部分がエッチングされるが、そのエッチング程度はエッチングの処理時間で制御すればよい。

【0133】ソース電極SD1は透明画素電極ITO1に接続されており、i型半導体膜ASの段差(第2導電膜d2の膜厚、陽極酸化膜AOFの膜厚、i型半導体膜ASの膜厚およびN(+)型半導体膜d0の膜厚を加算した膜厚に相当する段差)に沿って構成されている。具体的には、ソース電極SD1はi型半導体膜ASの段差に沿って形成された第2導電膜d2と、この第2導電膜d2の上部に形成した第3導電膜d3とで構成されている。ソース電極SD1の第3導電膜d3は第2導電膜d2のCr膜がストレスの増大から厚くできず、i型半導体膜ASの段差を乗り越えられないので、このi型半導体膜ASを乗り越えるために構成されている。つまり、第3導電膜d3は厚くするとことでステップカバレージを向上している。第3導電膜d3は厚く形成できるので、ソース電極SD1の抵抗値(ドレイン電極SD2や映像信号線DLについても同様)の低減に大きく寄与している。

【0134】薄膜トランジスタTFTおよび画素電極ITO1上に設けられた保護膜PSV1は主に薄膜トランジスタTFTを湿気から保護するために形成されており、透明性が高く、しかも耐湿性の良いものを使用し、例えばプラズマCVD装置で形成した酸化シリコン膜や窒化シリコン膜で形成されており、1 $\mu$ m程度の膜厚で形成される。

【0135】カラーフィルタ基板SUB2側には、外部光がチャンネル形成領域として使用されるi型半導体膜ASに入射しないようにブラックマトリクスパターンBMが設けられている。

【0136】ブラックマトリクスパターンBMは光に対する遮光性が高い膜、例えばアルミニウム膜やクロム膜等で形成される。この液晶表示素子では、クロム膜がスパッタリングで130nm程度の膜厚に形成される。

【0137】したがって、薄膜トランジスタTFT1、TFT2のi型半導体膜ASは上下にあるブラックマトリクスパターンBMおよび大きめのゲート電極GTによってサンドイッチにされ、その部分は外部の自然光やバックライト光が当たらなくなる。ブラックマトリクスパ

ターンBMは画素の周囲に形成される。つまりこのブラックマトリクスパターンBMは格子状(所謂、ブラックマトリクス)に形成され、この格子で一画素の有効表示領域が仕切られており、各画素の輪郭がハッキリとし、コントラストが向上する。つまり、ブラックマトリクスパターンBMはi型半導体層ASに対する遮光とブラックマトリクスとの2つの機能をもつ。

【0138】また、画素電極ITO1のラビング方向の根本側のエッジ部に対向する部分がブラックマトリクスパターンBMによって遮光されているから、上記部分にドメインが発生したとしても、ドメインが見えないので、表示特性が劣化することはない。

【0139】なお、バックライトをカラーフィルタ基板SUB2側に取り付け、アクティブマトリクス基板SUB1を観察側(外部露出側)とすることもできる。

【0140】カラーフィルタFILはアクリル樹脂等の樹脂材料で形成される染色基材に染料を着色して構成されており、画素に対向する位置にストライプ状に形成され、染め分けられているカラーフィルタFILは次のように形成することもできる。まず、カラーフィルタ基板SUB2の表面に染色基材を形成し、フォトリソグラフィ技術で赤色フィルタ形成領域以外の染色基材を除去する。この後、染色基材を赤色染料で染め、固着処理を施し、赤色フィルタRを形成する。次に、同様な工程を施すことによって、緑色フィルタG、青色フィルタBを順次形成する。

【0141】保護膜PSV2はカラーフィルタFILを異なる色に染め分けた染料が液晶LCが漏れることを防止するために設けられている。保護膜PSV2は、例えばアクリル樹脂、エポキシ樹脂等の透明樹脂材料で形成されている。

【0142】共通電極ITO2は、カラーフィルタ基板SUB2側に設けられ、液晶LCの光学的な状態は各画素電極ITO1と共通電極ITO2との間の電位差(電界)に応答して変化する。この共通電極ITO2にはコモン電圧が印加されるように構成されている。このでは、コモン電圧はデータラインDLに印加されるローレベルの駆動電圧とハイレベルの駆動電圧との中間電位に設定されるが、映像信号駆動回路(図示せず)で使用される集積回路の電源電圧を約半分到低減したい場合は、交流電圧を印加すればよい。

【0143】上記した液晶表示素子用のアクティブマトリクス基板は前記のプラズマ処理装置により製造され、これを用いることで高品質かつ高信頼性の液晶表示素子を得ることができる。

【0144】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、シャワー板を2種類の材質で構成することで、その加工性、機械的強度、耐腐食性、およびメンテナンス性を向上させ、生産性に優れたプラズマ処理装置を提供するこ

とができる。また、薄膜中の不純物、特に金属不純物濃度を十分に低減して良好な特性をもつ半導体装置を提供することができる。さらに、本発明により製造したアクティブマトリクス基板とこのアクティブマトリクス基板を用いることで高品質かつ高信頼性の液晶表示素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるプラズマ処理装置の第1実施例を構成するシャワー板の概略図である。

【図2】本発明によるプラズマ処理装置の第2実施例を構成するシャワー板の概略図である。

【図3】本発明によるプラズマ処理装置の第3実施例を構成するシャワー板の概略図である。

【図4】本発明によるプラズマ処理装置の第4実施例を構成するシャワー板の概略図である。

【図5】本発明によるプラズマ処理装置の第5実施例を構成するシャワー板の概略図である。

【図6】本発明によるプラズマ処理装置の電極構造を説明する模式図である。

【図7】本発明によるプラズマ処理装置の一例であるクラスタ型のプラズマ処理装置の構成を説明する概略図である。

【図8】本発明によるプラズマ処理装置の他例であるインライン型のプラズマ処理装置の構成を説明する概略図である。

【図9】本発明による半導体装置の1実施例としての逆

スタガー型アモルファスシリコン薄膜トランジスタの構造を説明する断面模式図である。

【図10】薄膜トランジスタのドレイン電流－ゲート電圧特性の説明図である。

【図11】本発明によるプラズマ処理装置を用いて製造した液晶表示素子の一画素とその周辺を説明する平面図である。

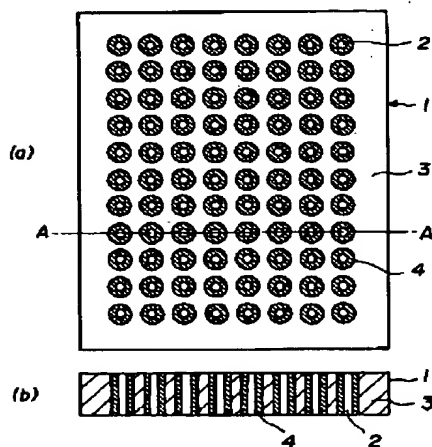
【図12】図11の3-3線に沿って切断した断面図である。

【符号の説明】

- 1 シャワー板
- 2 シャワー孔（貫通孔）
- 3 第1の材質
- 4 第2の材質
- 12 真空室
- 13 カソード電極
- 14 アノード電極
- 15 基板
- 16 反応ガス供給装置
- 17 排気装置
- 21 基板搬送室
- 22 基板搬入室
- 23 基板搬出室
- 24 処理室
- 25 搬送口ボット
- 26 基板移送室。

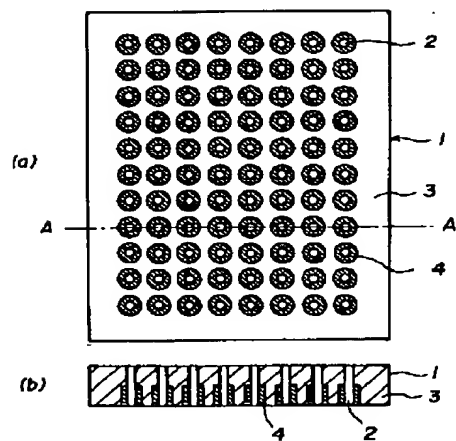
【図1】

図1



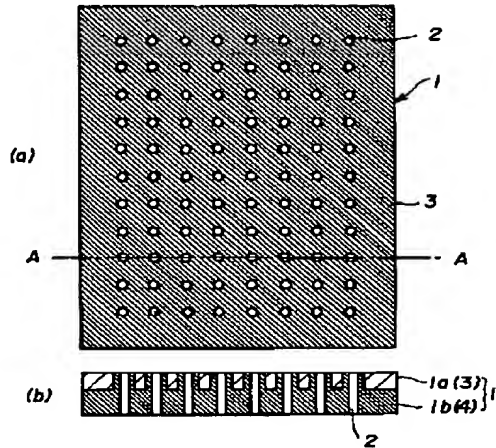
【図2】

図2



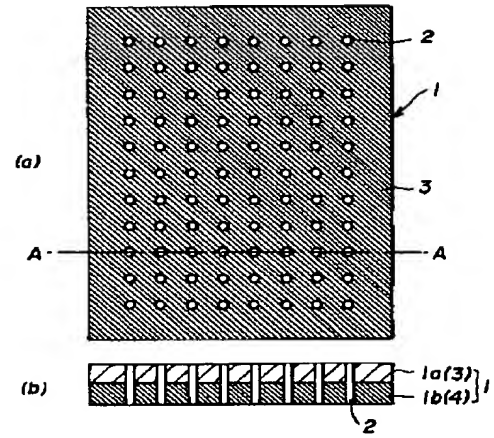
【図3】

図 3



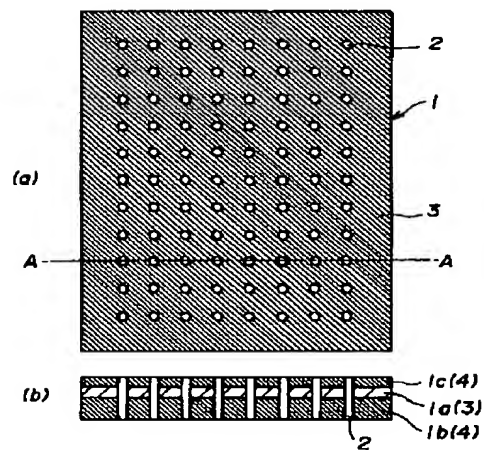
【図4】

図 4



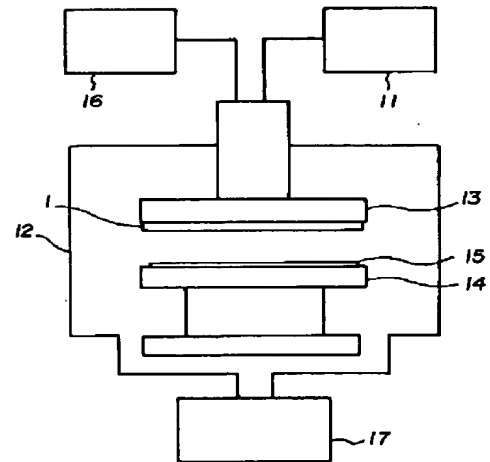
【図5】

図 5



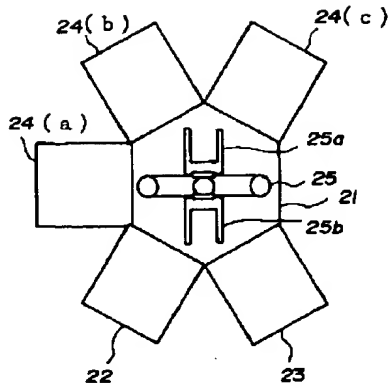
【図6】

図 6



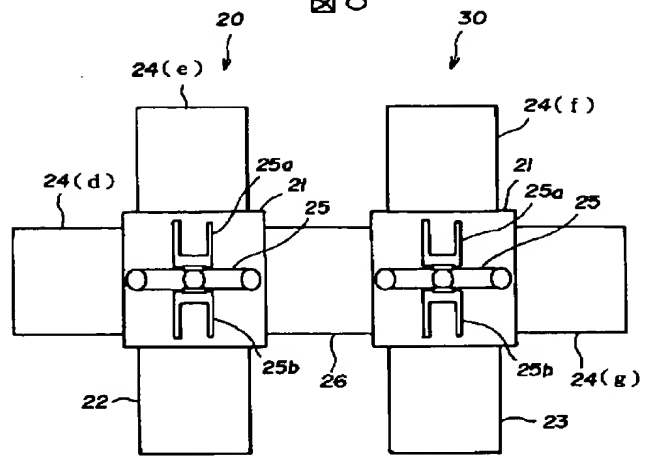
【図7】

図7



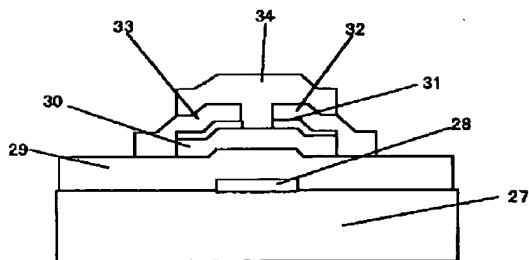
【図8】

図8



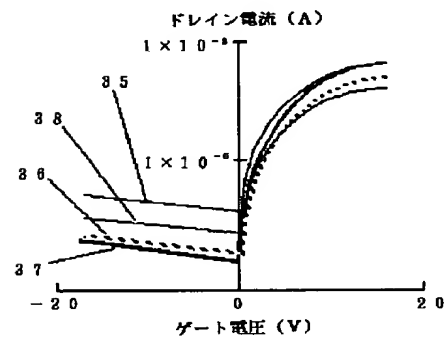
【図9】

図9



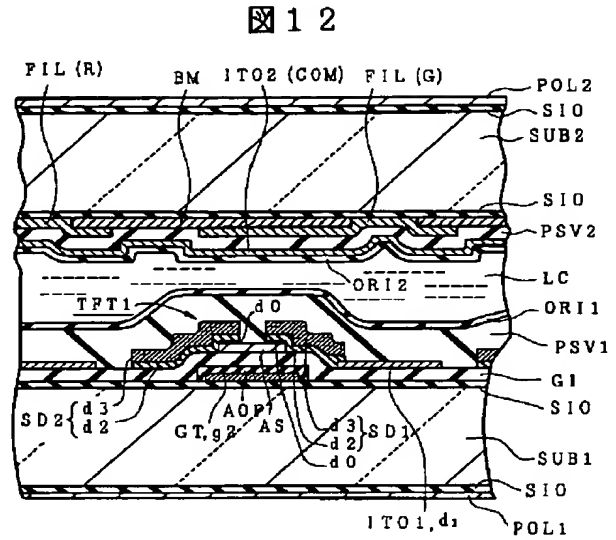
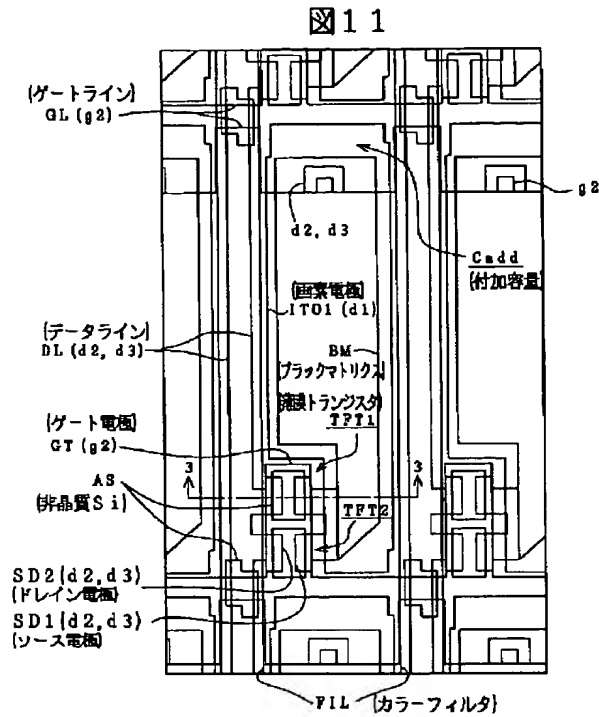
【図10】

図10



【図11】

【図12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

FI

H01L 29/78

ターコード (参考)

627C

Fターム (参考) 2H092 HA06 JA24 KA15 MA08 MA35  
 NA27 NA28 NA29 PA01  
 5F004 AA16 BA06 BB13 BB18 BC08  
 BD04 CA01 DB01  
 5F045 AA08 AB03 AB04 AB33 AC01  
 AC12 AD06 AD07 AE19 AE21  
 AF07 BB08 BB10 CA15 DQ15  
 DQ17 EB08 EF05 EH05 EH08  
 EN04